

APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Uniwersalne stanowisko do badań przekładni ciągnowych

ROMAN KACZYŃSKI, BOGUSŁAW HOŚCIŁO

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY, ZAKŁAD INŻYNIERII PRODUKCJI

STRESZCZENIE

Prezentowane stanowisko umożliwia prowadzenie badań eksploatacyjnych w warunkach laboratoryjnych wszelkich przekładni ciągnowych. Stanowisko może być wykorzystane w dydaktyce umożliwiając zapoznanie studentów z kinematyką przekładni pasowych i łańcuchowych. W przekładniach pasowych pozwala na wyznaczenie typowych charakterystyk sprawności i poślizgu w zależności od zmiany wymuszeń zewnętrznych, a w badaniach przekładni łańcuchowych, gdzie głównym celem jest analiza rozkładu ogniw łańcucha rolkowego na kole czynnym, pozwala określić wpływ zmiany obciążenia na wartość kąta opasania koła czynnego. W stanowisku zastosowano układ sterowania ciągłego wymuszeń zewnętrznych oraz pomiaru i rejestracji danych z wykorzystaniem nowoczesnej techniki cyfrowej.

Laboratory tester of chain and belt transmissions

ABSTRACT

The present paper deals with a design of a universal tester of chain and belt transmissions. It can be useful to extend students' knowledge about the kinematics of this type of transmission systems. By applying a simple change of tester instrumentation, the device can be used for two different purposes. In the first case, we can determine typical curve characteristics of efficiency and slide in belt transmissions depending on loading. In the second case, we can analyze the distribution of chain link on the driving wheel and also the influence of loading on the contact angle value. The device has been equipped with modern digital control systems to perform continuous recordings of loading, measurements and other data.

1. WPROWADZENIE

Dydaktyka przedmiotów związanych z mechaniką, w szczególności z konstrukcją maszyn, wymaga stosowania różnego rodzaju środków technicznych tak, by przekazywane treści były bardziej przystępne i zrozumiałe dla słuchaczy. Stanowiska badawcze i dydaktyczne pozwalają na łatwiejsze zrozumienie, obserwację i modelowanie zjawisk zachodzących podczas pracy różnego rodzaju mechanizmów.

Przekładnie cięgnowe, w szczególności pasowe z pasem klinowym są najbardziej rozpowszechnionym typem przekładni [1]. Wiele interesujących rozwiązań konstrukcyjnych pomocy dydaktycznych do przedmiotu Podstawy Konstrukcji Maszyn znaleźć można w pracy [2], jednak specyfika i różnorodność tematów realizowanych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej skłoniła do skonstruowania własnego, możliwie uniwersalnego stanowiska, na którym badaniom poddawane byłyby przekładnie pasowe i łańcuchowe.

2. KONSTRUKCJA STANOWISKA DO BADANIA PRZEKŁADNI CIĘGNOWYCH

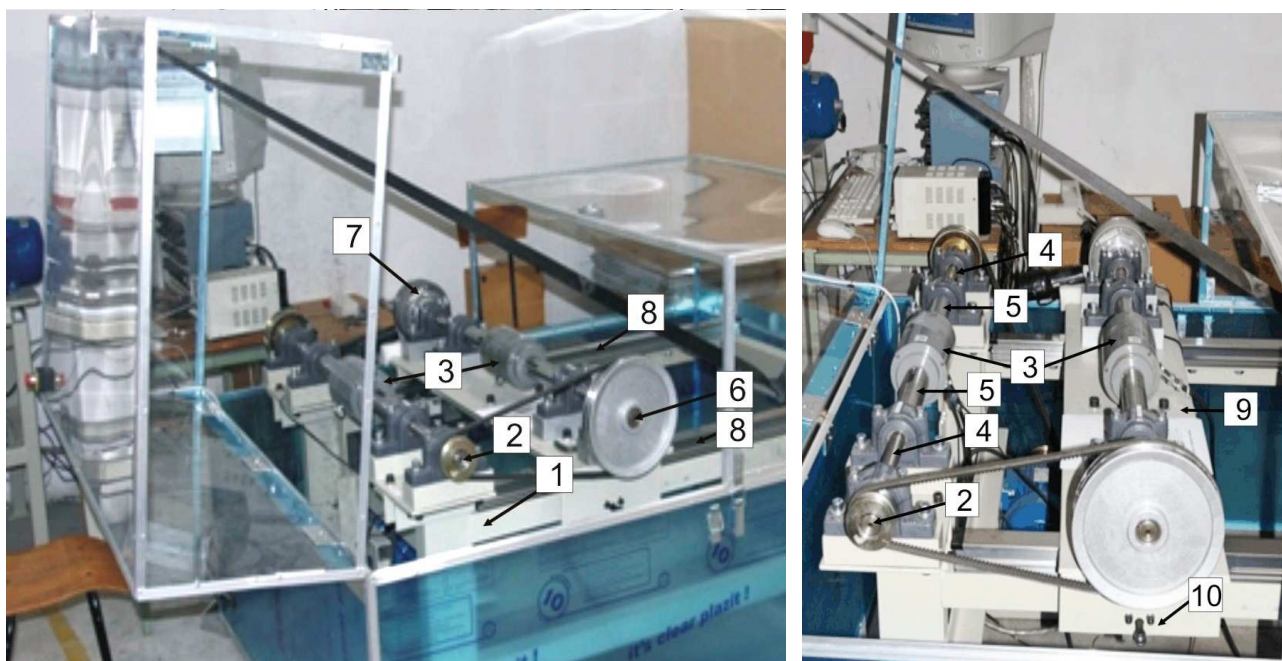
Prezentowane stanowisko laboratoryjne (Rys. 1) umożliwia badanie zarówno przekładni pasowych jak i łańcuchowych. Na spawanej ramie nośnej (1) zamocowano zespół napędowy z przekładnią główną, zasilany przez sterowany numerycznie przemiennik częstotliwości. Pozwala to na uzyskanie bezstopniowej

regulacji prędkości obrotowej wału napędzającego (2). Kompletny zespół wału napędzającego, złożony z miernika momentu obrotowego (3) połączonego z wałkami (4) za pośrednictwem sprzęgieł tulejowych (5) łożyskowany jest w dwóch parach łożysk (wahliwym i promieniowym) osadzone na podstawie zamocowanej na stałe na ramie stanowiska.

Wał napędzany (6) ma podobną budowę jak wał napędzający. Jako urządzenie odbierające moc przenoszoną przez badaną przekładnię zainstalowano hamulec elektromagnetyczny proszkowy z dodatkowym układem chłodzącym (7). Hamulec zasilany poprzez zasilacz laboratoryjny z regulowaną mocą wyjścia umożliwia płynną zmianę momentu obciążającego przekładnię. Wał (6) z układem łożyskowym i momentomierzem (3) oraz hamulcem zamocowano na przesuwającej się po prowadnicach tocznych (8) płycie podporowej (9). Taka konstrukcja umożliwiła wykorzystanie stanowiska do badań przekładni z różnymi długościami cięgien oraz ułatwiła wymianę kół pasowych i łańcuchowych.

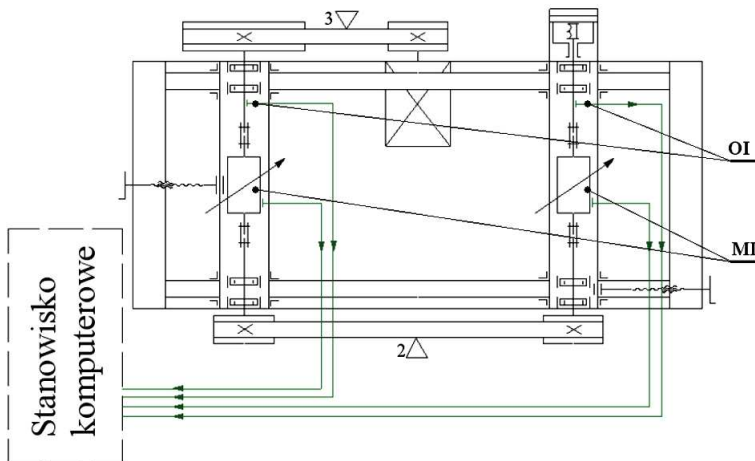
2.1. Stanowisko z przekładnią pasową

W obecnie działającej wersji stanowisko posiada komplet kół pasowych pozwalających zrealizować przełożenia 1:1, 1:2, 1:3, 2:3, 3:2, 2:1 i 3:1 oraz badania przekładni z jednym lub dwoma pasami. Napięcie wstępne pasa może być realizowane dzięki przesuwalnemu po prowadnicy tocznej (8, Rys. 1) napinaczowi z regulowaną siłą nacisku na pas lub

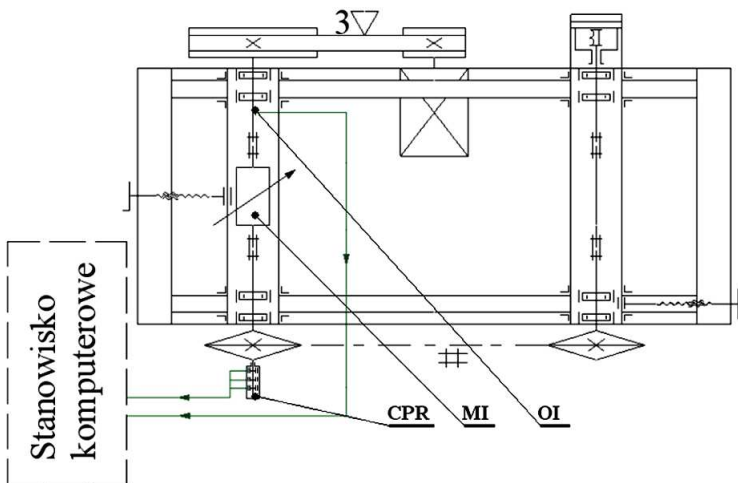


Rysunek 1. Stanowisko do badania przekładni cięgnowych, widok ogólny: 1 - rama, 2 - wał napędowy, 3 - momentomierz, 4 - wałek pośredniczący, 5 - sprzęgło tulejowe, 6 - wał napędzany, 7 - hamulec proszkowy, 8 - prowadnica toczna, 9 - płyta podporowa, 10 - zacisk mechaniczny

poprzez odsunięcie płyty podporowej (9). Ustalenie położenia i zabezpieczenie przed przesuwem odbywa się za pomocą dwóch zacisków mechanicznych (10). Do pomiaru prędkości obrotowej obu wałów wykorzystano czujniki optoelektryczne. Całość zamknięta jest w przejrzystej obudowie spełniającej wymagania bhp i umożliwiającej łatwą obserwację pracującej przekładni. Stanowisko umożliwia pomiar momentów na wale napędzającym i na wale napędzanym. Służą temu dwa indukcyjne mierniki momentu (MI) (Rys. 2).



Rysunek 2. Schemat stanowiska z przekładnią pasową (OI - czujniki optoelektryczne, MI - indukcyjne mierniki momentu)



Rysunek 3. Schemat stanowiska do badań przekładni cięgnowych z zastosowaną przekładnią łańcuchową (CPR - czujnik położenia rolki, OI - czujniki optoelektryczne, MI - indukcyjne mierniki momentu)

Czujniki optoelektryczne (OI) dokonują pomiarów prędkości obrotowej obu wałów. Dodatkowo pozyskiwana jest także informacja o mocy elektrycznej zasilającej hamulec i temperaturze jego pracy oraz o wartościach napięć indukowanych bezpośrednio na wyjściach momentomierzy (przed dalszym przetwarzaniem sygnału). Prowadzący ćwiczenie, w zależności od realizowanego tematu, może wykorzystać przetworzone automatycznie wartości momentów lub przeprowadzić ręczne cechowanie układu pomiarowego. Moc na wale napędzanym można także określić na podstawie charakterystyki moc elektryczna – moment hamowania hamulca elektromagnetycznego.

Wszystkie informacje odczytywane podczas pomiarów są przekazywane do stanowiska komputerowego. Śledzenie i zapis parametrów pracy przekładni są realizowane w czasie rzeczywistym i prezentowane w formie graficznej na ekranie komputera.

2.2. Stanowisko z przekładnią łańcuchową

Prezentowane stanowisko umożliwia także prowadzenie badań i obserwacji przekładni łańcuchowych. W tym celu w miejsce kół pasowych należy osadzić koła łańcuchowe wraz z łańcuchem o odpowiedniej podziałce. Dodatkowym elementem tej konfiguracji stanowiska jest czujnik położenia rolki (CPR) opisany w dalszej części pracy wraz z kolektorem rtęciowym (Rys. 3).

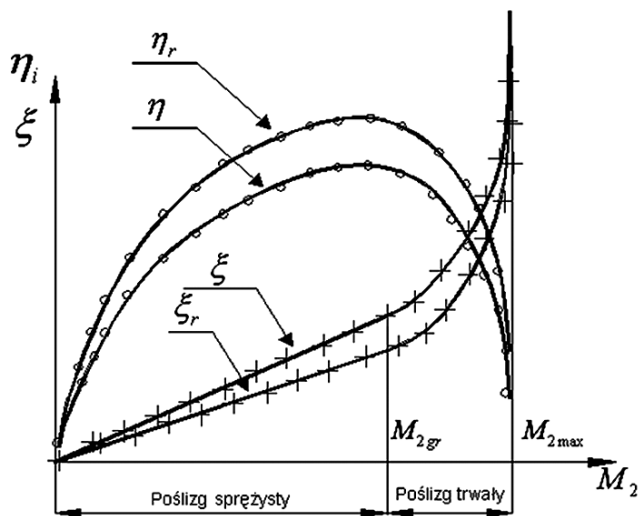
3. WYZNACZANIE CHARAKTERYSTYKI POŚLIZGU I SPRAWNOŚCI PRZEKŁADNI PASOWEJ

Stanowisko wyposażone jest w dwa momentomierze osadzone odpowiednio na wale czynnym i biernym przekładni. Zmieniając obciążenie przekładni, odczytać można wartości momentów na obu miernikach oraz odpowiadające tym warunkom prędkości obrotowe wałów. Otrzymane wartości zapisać należy w tabeli pomiarowej (Tab. 1).

Tabela 1. Dane do wyznaczenia charakterystyki poślizgu i sprawności przekładni pasowej

Z lub bez rolki napinającej						
M_1	M_2	n_1	n_2	$\xi = 1 - \frac{D_2 n_2}{D_1 n_1} \cdot 100\%$	$u = \frac{D_2}{D_1(1-\xi)}$	$\eta = \frac{M_2}{M_1 u}$
[N/m]		[obr/min]				

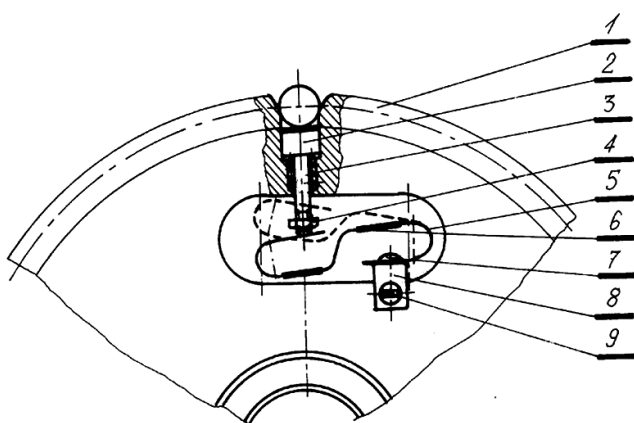
Na podstawie otrzymanych wyników sporządzony zostanie wykres we współrzędnych $M_2 - \xi, \eta$ według przykładu przedstawionego na Rysunku 4.



Rysunek 4. Charakterystyka poślizgu pasa ξ (ξ_r – z rolką napinającą) i sprawności η (η_r) w funkcji obciążenia przekładni

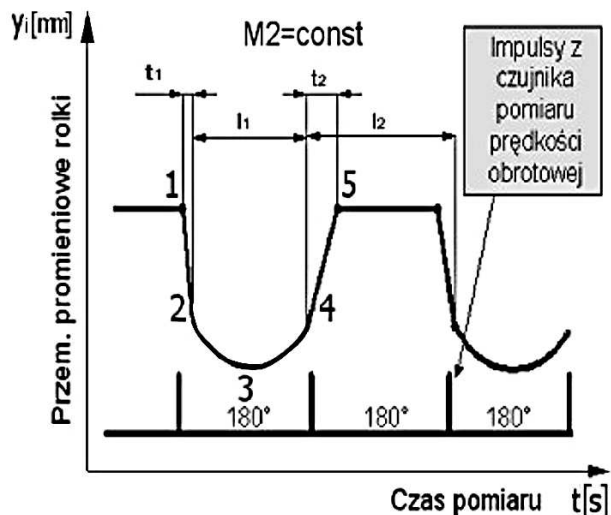
4. POMIAR PROMIENIOWEGO POŁOŻENIA ROLKI ŁAŃCUCHA W FUNKCJI OBCIĄŻENIA

Do pomiaru promieniowego położenia rolki łańcucha we wrębie koła wykorzystano czujnik położenia rolki (CPR) z kolektorem rtęciowym (Rys. 5). Promieniowo osadzony tłoczek (3) we wrębie koła łańcuchowego (1) przemieszcza się prostopadłe do osi koła pod napięciem ustalonym za pomocą sprężyny (5). Ograniczenie tego ruchu a zarazem regulacja początkowego położenia tłoczka stanowi nakrętka (4). Tłoczek w ruchu promieniowym oddziałuje na sprężynę (5) wywołując jej odkształcenie. Po wcześniejszej kalibracji urządzenia, sygnał zbiera-



Rysunek 5. Czujnik promieniowego położenia rolki łańcucha (CPR): 1 – koło łańcuchowe, 2 – końcówka stykowa tłoczka, 3 – tłoczek, 4 – nakrętka regulacyjna, 5 – sprężyna, 6 – tensometr, 7, 8 i 9 – mocowanie sprężyny

ny z tensometrów (6) jest wielkością proporcjonalną do położenia tłoczka a tym samym położenia rolki we wrębie koła łańcuchowego. Otrzymane wyniki pomiarów rejestrowane są przez układ pomiarowy z odpowiednim krokiem próbkowania. Następnie nanoszone są na wykres zależności położenia tłoczka we wrębie koła w funkcji czasu pomiaru (Rys. 6).



Rysunek 6. Przebieg przemieszczenia promieniowego rolki w czasie pomiaru

Z otrzymanego wykresu odczytujemy odpowiednio:

- t_1 – czas wejścia rolki w kontakt z kołem łańcuchowym (czas, w którym rolka łańcucha jest w kontakcie z tłoczkiem, ale jeszcze nie dotknęła powierzchni roboczej wrębu koła),
- t_2 – czas wyjścia rolki,
- l_1 – czas kontaktu rolki z wrębem koła na kącie opasania,
- l_2 – czas pełnego obrotu koła łańcuchowego.

Zatem:

$$\begin{cases} \alpha = \frac{l_1}{l_2} \\ \beta = l_2 \\ \alpha + \beta = 360^\circ \end{cases} \quad (1)$$

kąt opasania koła czynnego wynosi:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{1 + l_2/l_1} \quad (2)$$

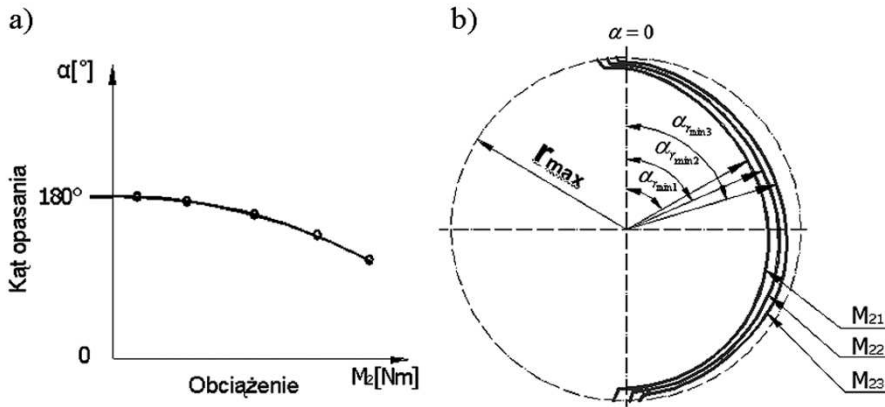
Korzystając z zależności 1 i 2 oraz wykonując badania dla kilku wartości obciążenia możemy wykreślić zależność kąta opasania koła czynnego przekładni w funkcji obciążenia (Rys. 7a).

W prezentowanym stanowisku rejestrowane są także impulsy pomiarowe z czujnika prędkości obrotowej przedstawione na Rysunku 6. Uzyskany sygnał pozwala na precyzyjne określenie kąta położenia rolki względem bieguna określonego przez oś koła

łańcuchowego, w czasie pomiaru promieniowego zagłębienia rolki we wrębie. Wyniki te pozwalają na wykreślenie w układzie biegunowym promieniowego położenia rolki na kącie opasania koła oraz określenie kąta dla maksymalnego zagłębienia rolki we wrębie dla różnych wartości obciążenia przekładni. Przykład graficznego przedstawienia trajektorii rolki łańcucha pokazano na Rysunku 7. Dodatkowym elementem

5. PODSUMOWANIE

Głównym celem dydaktycznym prezentowanego stanowiska jest praktyczne zapoznanie studenta z działającą w różnych warunkach przekładnią pasową lub łańcuchową poddawaną zmieniającym się obciążeniami. Stanowisko pozwala na nabycie umiejętności wyznaczania charakterystyki poślizgu oraz sprawności badanej przekładni. Dzięki różnym konfiguracjom przełożeń, obrotów i obciążeń możliwa jest obserwacja zachowania się cięgna podczas pracy przekładni.



Rysunek 7. Graficzne przedstawienie trajektorii rolki łańcucha: zależność kąta opasania przekładni w funkcji obciążenia (a), rozkład ogniw łańcucha w układzie biegunowym (b)

poznawczym jest poznanie zależności kąta i wartości najgłębszego położenia rolki we wrębie koła w funkcji obciążenia.

LITERATURA

- [1] Dudziak M.: Przekładnie cięgnowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [2] Mazanek, E. Kasprzycki A., Kania L.: Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw konstrukcji maszyn i komputerowego wspomagania projektowania. Wydawnictwa Politechniki Częstochowskiej, 2003.
- [3] Kaczyński R., Rogoziński T.: Srawnitielnyj analiz iznosa wybranych elementow rolikowych cepiej o p.19.05. Materiały XXXVI konferencji BPI. Mińsk, 1980, s. 79-84.